

长江、辽河、瓯江中华绒螯蟹种群的形态判别

许加武 任明荣* 李思发

(农业部水产增殖生态、生理重点开放实验室, 上海水产大学 200090)

(上海水产大学基础部, 200090)*

摘 要 为比较不同水系中华绒螯蟹种群的形态特点, 建立判别中华绒螯蟹水系来源的方法, 以辽河、长江、瓯江中华绒螯蟹成蟹的三个种群为研究对象, 测量了代表其形态特征的 24 个度量性状, 处理后得 48 个形态特征参数; 然后用逐步判别的方法筛选了其中能提供附加信息的 6 个参数, 并建立了 Bayes 判别函数; 最后对判别进行拟合, 拟合概率雄蟹为 92.39%, 雌蟹为 89.37%。用逐步判别的方法对中华绒螯蟹的不同种群进行比较并判别其水系来源是可行的。

关键词 中华绒螯蟹, 种群, 逐步判别, 判别函数, 拟合概率

中华绒螯蟹 (*Eriocheir sinensis*) 俗称河蟹、毛蟹, 属高等甲壳动物, 具有极高的经济价值。在我国渤海、黄海与东海沿岸诸省均有分布 [赵乃刚等 1988], 主要分布于辽河、长江、瓯江和闽江, 而目前能生产蟹苗、蟹种并形成成蟹产量的也只有辽河、长江和瓯江。最近几年河蟹增养殖在我国发展很快, 但由于盲目引种, 已引起河蟹水系间种质混杂和性状衰退, 例如, 长江蟹引进珠江后形成了个体小、品质差的“珠江毛蟹” [彭武汉 1986]; 更为严重的是不法商人以假充真、以莠混良, 坑害渔民。这不但给养蟹业造成了巨大损失, 而且更加剧了种质的混杂。对不同水系的河蟹进行比较, 建立行之有效的鉴别方法, 已成为当前河蟹养殖业及河蟹资源保护的迫切需要。尽管对各水系间河蟹的比较有一些零星的报道, 比如徐兴川 [1991, 1992] 报道过长江蟹、瓯江蟹与辽河蟹在外部形态、大小及体色等方面的差别, 但都很难作为种群鉴别的依据。基于此, 本文尝试用判别分析中逐步判别的方法对河蟹的三个种群进行形态判别, 旨在建立判别其种群的有效方法, 以达到鉴别的目的。

1 材料与方 法

1.1 试验材料

分别于 1994 年 10 月底至 11 月初和 1995 年 9 月底至 10 月初采集了两批性成熟的亲蟹样品。1994 年的长江蟹和辽河蟹采自天然蟹苗人工放养后的种群, 瓯江蟹则采自天然种群。1995 年三水系中华绒螯蟹都采自天然种群, 具体采样地点和样品数量见表 1。

1.2 数据测量

以头胸甲为主体, 对每只河蟹都测量了包括体重 (W)、体长 (LC)、体宽 (LK)、体高 (H) 在内的 24 个形态数据 (图 1 和图 2), 共得数据 9 696 个。

表 1 长江、辽河、瓯江中华绒螯河蟹的采样时间、地点和样本数

Table 1 Sampling time, site and sample size of Chinese mitten crab from Changjiang, Liaobe and Oujiang rivers

种 群	采样地点	采样时间	雄蟹	雌蟹	合计
长 江	安徽芜湖	1994.10	19	19	38
	江苏高淳	1995.09	39	48	87
辽 河	安徽芜湖	1994.10	20	19	39
	辽宁盘锦	1995.09	54	54	108
瓯 江	浙江温州	1994.11	20	23	43
	浙江温州	1995.10	45	44	89
合 计			197	207	404

1.3 数据处理

参考有关文献[李思发等 1990、1991, Bender 1978], 对数据进行如下处理:(1)除体宽 LK 外, 所有测量数据都除以 LK, 体宽一项转化为 $W \times LK^2 / LC / H^3$, 这样得 24 个形态特征参数;(2)除体长 LC 外, 所有测量数据都除以 $LK \times LC$, 体长一项转化为 $W \times LK^3 / LC / H^3$, 这样又得 24 个形态特征参数。通过这样的处理, 既可以消除个体大小的影响, 又可以消除比例性状的测量单位, 便于进行数学处理。处理后共得 48 个相对的形态特征参数(表 2)。

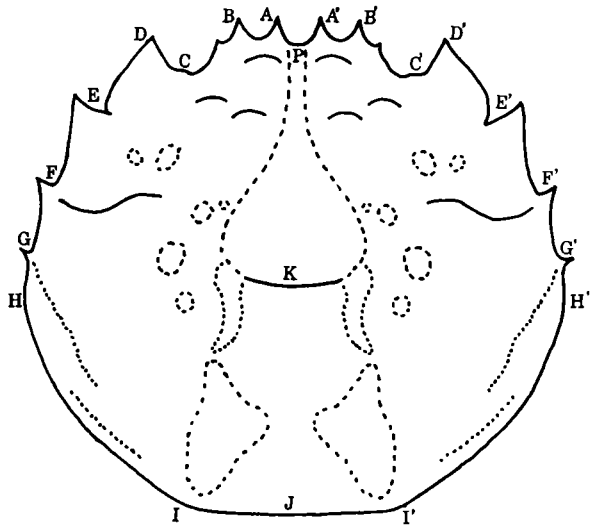


图 1 中华绒螯蟹头胸甲背面测量数据

Fig.1 Distance measures applied to the back of carapace of Chinese mitten crab

1.4 判别方法

采用逐步判别的方法对河蟹种群进行形态判别, 其基本理论张尧庭和方开泰[1982]已有详尽推导, 在此不再重复。实施逐步判别方法的步骤丁士晟[1981]也有简例说明, 本文不再详述。

另外, 由于雌蟹与雄蟹在形态上存在较大差异, 故将雌蟹与雄蟹分开, 分别进行判别。

A(A').内额齿 B(B').外额齿 C(C').眼底 D(D').第一前侧齿
 E(E').第二前侧齿底 F(F').第三前侧齿底 G(G').第四前侧齿底
 H(H').体宽角 I(I').侧后缘界角 J.后缘中点 K.颈沟中点
 P.中央缺刻 M(M').第三步足前角 N(N').第一前侧齿腹底
 各测定参数代号的定义; L1-AA, L2-BB, L3-CC, L4-DD,
 L5-EE, L6-FF, L7-GG, LK-HH, L9-II, C3-HI,
 C7-GI, C6-FI, C5-EI, C3-CI, C0-PI, LC-PJ,
 LA-PK, LB-JK, X7-GM, X6-FM, X5-EM, X4-NM

表 2 中华绒螯蟹形态特征参数

Table 2 Morphological parameters of Chinese mitten crab used in current study

序 号	表达式	备 注	序 号	表达式	备 注
1	W/LK		25	W/LK × LC	●
2	L1/LK		26	L1/LK × LC	
3	L2/LK		27	L2/LK × LC	○
4	L3/LK		28	L3/LK × LC	
5	L4/LK		29	L4/LK × LC	
6	L5/LK		30	L5/LK × LC	
7	L6/LK		31	L6/LK × LC	
8	L7/LK		32	L7/LK × LC	
9	W × LK ² /LC/H ³	○	33	LK/LK × LC	
10	L9/LK		34	L9/LK × LC	
11	C8/LK		35	C8/LK × LC	● ○
12	C7/LK		36	C7/LK × LC	
13	C6/LK		37	C6/LK × LC	
14	C5/LK		38	C5/LK × LC	●
15	C3/LK		39	C3/LK × LC	
16	C0/LK		40	C0/LK × LC	
17	LC/LK		41	W × LK ³ /LC/H ³	● ○
18	LA/LK		42	LA/LK × LC	
19	LB/LK		43	LB/LK × LC	
20	X7/LK	● ○	44	X7/LK × LC	
21	X6/LK		45	X6/LK × LC	
22	X5/LK		46	X5/LK × LC	
23	X4/LK		47	X4/LK × LC	
24	H/LK	● ○	48	H/LK × LC	

注:● 表示逐一筛选后对判别雄蟹种群贡献较大的参数;○ 表示逐一筛选后对判别雌蟹种群贡献较大的参数

2 结果

2.1 雄蟹特征参数与判断函数

筛选了雄蟹的 6 个特征参数,按其在种群判别上贡献的大小排列如下:① W/LK × LC, ② X7/LK, ③ C5/LK × LC, ④ H/LK, ⑤ W × LK³/LC/H³, ⑥ C8/LK × LC

同时建立了雄蟹的种群判别函数:

辽河雄蟹

$$Y_{LM} = (0.6745114X7 + 32.34955H)/LK + (33.26309C5 - 1.417877W - 5.292485C8)/(LK \times LC) + W \times LK^3/LC/H^3$$

长江雄蟹

$$Y_{CM} = (0.2505596X7 + 33.40877H)/LK + (32.06001C5 - 1.512896W - 3.842808C8)/(LK \times LC) + W \times LK^3/LC/H^3$$

瓯江雄蟹

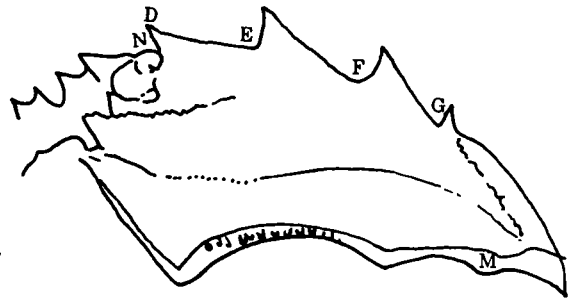


图 2 中华绒螯蟹腹面头胸

甲左侧部分测量数据

Fig.2 Distance measures applied to the left part of abdomen of carapace of Chinese mitten crab

$$Y_{OM} = (-0.5750309X7 + 32.45378H)/LK + (33.79953C5 - 1.484809W - 3.469803C8)/(LK \times LC) + W \times LK^3/LC/H^3$$

2.2 雌蟹特征参数与判断函数

筛选了雌蟹的6个特征参数,按其在种群判别上贡献的大小排列如下:① C8/LK × LC, ② H/LK, ③ X7/LK, ④ W × LK³/LC/H³, ⑤ L2/LK × LC, ⑥ W × LK²/LC/H³。

同时也建立了雌蟹的种群判别函数:

辽河雌蟹

$$Y_{LF} = 0.4427953W \times LK^2/LC/H^3 + (1.555618X7 + 31.35282H)/LK + (19.56253 L2 + 9.99519C8)/(LK \times LC) - 0.0219926W \times LK^3/LC/H^3 - 12.39431$$

长江雌蟹

$$Y_{CF} = 0.4351376W \times LK^2/LC/H^3 + (1.165442X7 + 31.12465H)/LK + (21.85642 L2 + 10.22898C8)/(LK \times LC) - 0.0205003W \times LK^3/LC/H^3 - 12.33781$$

瓯江雌蟹

$$Y_{OF} = 0.4292536W \times LK^2/LC/H^3 + (0.8376823X7 + 30.421H)/LK + (21.38085 L2 + 12.21557C8)/(LK \times LC) - 0.02044781W \times LK^3/LC/H^3 - 11.96187$$

2.3 判别结果的拟合

由表3得知,拟合概率为92.39%,经显著性检验证明这一判别效果相当显著。由表4得知,拟合概率为89.37%,经显著性检验证明这一判别效果也相当显著,但不如雄蟹。

表3 雄蟹197个样本的拟合概率

Table 3 Fitted probability of 197 specimens of male Chinese mitten crab (%)

种群	95年样本	94年样本	94+95年样本
辽河	94.44	90	93.24
长江	100	52.63	84.48
瓯江	97.78	100	98.46
总体	97.1	81.36	92.39

表4 雌蟹207个样本的拟合概率

Table 4 Fitted probability of 207 specimens of female Chinese mitten crab (%)

种群	95年样本	94年样本	94+95年样本
辽河	90.74	89.47	90.41
长江	100	36.84	82.09
瓯江	93.18	100	95.52
总体	94.52	77.05	89.37

3 讨论

3.1 中华绒螯蟹的种群(群体)及其鉴别

种群(population)的最一般定义是在一定空间中同种个体的总和。它表示占有一定的领域,由同种个体通过种内关系有机地组成的一个统一体。由于地理的屏障,一个种群往往与同种的另一个种群有着某种程度的分隔,形成形态、生理、生态甚至遗传上的差异[李思发1990]。笔者将长江、辽河、瓯江三个水系的河蟹视为三个种群,一是考虑到这些水系的河蟹确实存在着一些差别;二是考虑到这些水系在分布上相距甚远,生态环境条件差别较大。

鱼类种群或群体的鉴别国内已有一些报道[张其永和蔡泽平1983,韦晟和周彬彬1988,李思发等1991,熊国强等1992]。对多个量度性状的综合比较,首先要选取差异显著的参数,

然后采用判别函数进行分析。但对利用逐步判别的方法进行种群或群体的鉴别尚未见报道。上述两者的不同主要在于对建立判别函数所依赖的诸因子的选择上;前者对因子的选择是单项进行的,选择每一因子时,只比较该因子在不同种群或群体间差异的显著性,没有考虑每选入一个新的因子对已入选因子的影响;而后者对因子的选择是逐步进行的,既考虑到各入选因子的重要性,又考虑了新选入的因子对已入选因子的影响,每选择一个新的因子,对已入选的因子又进行了剔除与否的处理,因而没有必要比较各因子在不同种群或群体间差异的显著性。

对鱼类种群或群体的鉴别研究,一般认为内部形态性状(多为可数性状,如脊椎骨数、鳍棘数、鳍条数和鳃耙数)较外部形态性状(多为可量性状,如体长、全长和体重等)更稳定,用作分类依据相对可靠且误差较小。但对河蟹来说,这一点很难实现,因为河蟹的形态性状多为外部形态性状。

通过对三个水系河蟹可量性状的判别比较,表明长江、辽河和瓯江河蟹种群是形态特征上互异的群体。这种表型上的差别可能是遗传差异所致,也可能是环境条件差异所致,或者是环境-遗传互作的结果。可以认为,三个水系的河蟹在长期的选择进化过程中,可能已形成了不同的形态表型。

3.2 逐步判别方法的应用

逐步判别是目前判别分析中用的最多的一种方法。它是从大量的已知因子中挑选若干必要的(能提供附加信息)、最佳组合的因子来建立判别函数。该方法曾经由李麦村、姚棣荣、杨自强等[丁士晟 1981]在天气预报中应用,并取得了良好的效果。他们对 1975 年进入预报区域的台风作了 12 次预报,准确率达 92%。

以中华绒螯蟹为对象,对其三个种群的判别结果进行拟合,也说明逐步判别的方法对鉴别种群(群体)是可行的,效果是良好的。当然,拟合概率较小甚至很小的情况也可能出现,这只能说明:凭借现有的因子进行分类判别是没有意义的,或者说,要么这种分类没有意义,要么在此基础上增加新的因子进一步探索实践。用 Wilks 统计量 U_r 的值作为标准,我们所用的方法是逐一选择,例如三水系的雄蟹 48 个因子,最后选中 6 个因子建立了判别函数,那么是否会产生在 48 个因子中选其他 6 个因子比现有的结果要好呢?应该是有可能的。“这种算法并不能得到真正的最优解,而是局部的最优解,但大量实践证明这个局部最优解在大部分情况下很接近真正的最优解”[张尧庭和方开泰 1981]。

3.3 判别结果分析

从对河蟹的判别情况可看出,在年份上,1995 年的拟合概率高于 1994 年;在种群上,以瓯江蟹的拟合概率最高,以 1994 年中长江蟹的拟合概率最低。这些结果可能与 1995 年的样本全部取自天然种群,而 1994 年的长江蟹和辽河蟹取自人工放养的种群有关。这一方面表明天然种群更具有种群的特征,更具有代表性;另一方面也说明 1994 年的长江蟹中可能混有其他水系的河蟹。但从总体的判别情况看,拟合概率是高的,判别结果是好的。

综上所述,用逐步判别的方法对河蟹以及鱼类种群(群体)的鉴别是可行的,再结合种群(群体)其他方面的差别,应能达到正确鉴别的目的。

许加武同志现在在中国水产科学研究院东海水产研究所工作。

参 考 文 献

- 丁士晟. 1981. 多元分析方法及其应用. 长春: 吉林人民出版社. 291 ~ 300.
- 韦 晟, 周彬彬. 1988. 渤、黄海蓝点马鲛种群鉴别的研究. 动物学报, 34(1): 71 ~ 81.
- 李思发. 1990. 淡水鱼类种群生态学. 北京: 农业出版社. 1 ~ 3.
- 李思发, 吴力钊, 王 强. 1990. 长江、珠江、黑龙江鲢、鳙、草鱼种质资源研究. 上海科学技术出版社. 8 ~ 15.
- 李思发, 蔡完其, 周碧云. 1991. 团头鲂种群间的形态差异和生化遗传差异. 水产学报, 15(3): 204 ~ 211.
- 张尧庭, 方开泰. 1982. 多元统计分析引论. 北京: 科学出版社. 237 ~ 242.
- 张其永, 蔡泽平. 1983. 台湾海峡和北部湾二长棘鲷种群鉴别的研究. 海洋与湖沼, 14(6): 511 ~ 520.
- 赵乃刚, 堵南山, 包祥生. 1988. 河蟹的人工繁殖与增养殖. 合肥: 安徽科学技术出版社. 3 ~ 9.
- 徐兴川. 1991. 关于中华绒螯蟹品质保持问题的探讨. 水产科技情报, 18(1): 17 ~ 19.
- 徐兴川, 朱振东. 1992. 长江和瓯江水系蟹种湖泊放养的技术效果. 淡水渔业, 92(5): 25 ~ 29.
- 彭武汉. 1986. 中华绒螯蟹种群在珠江流域变异问题的初步探讨. 水产科技情报, (2): 19 ~ 22.
- 熊国强, 邓思明, 臧增嘉. 1992. 中国沿海日本鳗鲡幼苗群体鉴别研究. 动物学报, 38(3): 254 ~ 265.
- Bender E A. 1978. An introduction to mathematical modelling. Wiley Interscience, New York.

MORPHOLOGICAL IDENTIFICATION OF POPULATION OF *ERIOCHEIR SINENSIS* FROM CHANGJIANG, LIAOHE AND OUJIANG RIVERS

XU Jia-Wu, REN Ming-Rong*, LI Si-Fa

(Laboratory of Ecology and Physiology in Aquaculture, Shanghai Fisheries University, 200090)

(Department of Fundamental Science, Shanghai Fisheries University, 200090)*

ABSTRACT In order to compare the morphological characters of three populations of Chinese mitten crab (*Eriocheir sinensis*) from Changjiang, Liaohe and Oujiang rivers and to establish a method to identify their origin, firstly, 24 measurable variables, representing their morphological characters, were measured, after size corrected, 48 morphological parameters were obtained. Secondly, 6 different parameters for male Chinese mitten crab and female Chinese mitten crab, which shows higher contribution for identification, were selected by the method of stepwise discrimination, and Bayes discriminant functions were established. At last, the discriminant results were fitted, the fitted probability of male and female Chinese mitten crab is 92.39% and 89.37%, respectively. It is feasible to compare the different river populations of Chinese mitten crab and to identify their origin by the method of stepwise discrimination.

KEYWORDS *Eriocheir sinensis*, Population, Stepwise discrimination, Discriminant function, Fitted probability